

MARCHES PUBLICS DE FOURNITURES COURANTES ET SERVICES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Administration contractante :

**Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
(Institut Agro)**

Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPSCP)

Siège social : 42 rue Scheffer – 75016 Paris

Au titre de son école interne Institut Agro Montpellier
2 place Pierre VIALA – 34060 MONTPELLIER CEDEX 2

OBJET :

Acquisition d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse de type triple quadripôle pour la quantification de composés traces dans des matrices complexes, prestations de maintenances, fournitures d'accessoires et pièces détachées.

Affaire n° 25A0013

SOMMAIRE

1. CONTEXTE GENERAL	3
1.1. Présentation de l'institut Agro Montpellier	3
1.2. Présentation de l'UMR Sciences Pour l'œnologie (UMR 1083)	3
2. DEFINITION DES BESOINS	4
3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIEL A ACQUERIR	6
3.1. Passeur	6
3.2. Chromatographe en phase gaz (GC)	6
3.3. Spectromètre de masse	7
3.4. Garantie	7
3.5. Environnement électrique et informatique	8
3.6. Prestations de maintenance	9
4. CALENDRIER DE LIVRAISON	9
5. FORMATION	10

1. CONTEXTE GENERAL

1.1. Présentation de l'institut Agro Montpellier

L'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement dénommé, l'Institut Agro, est le regroupement de 3 écoles d'ingénieurs (Montpellier SupAgro, Agrocampus Ouest et AgroSup Dijon). Aujourd'hui, chacune des écoles est désormais identifiée sous le nom : Institut Agro Montpellier, Institut Agro Rennes-Angers et Institut Agro Dijon.

Offre de formation :

L'Institut Agro Montpellier propose aux étudiants et aux professionnels, deux cursus d'ingénieurs (Ingénieur Agronome et Ingénieur Systèmes Agricoles et Agroalimentaires Durables au Sud) et un large éventail de formations inscrites dans le référentiel européen LMD (Licence, Master/Mastère, Doctorat). Les formations sont certifiées ISO 9001 pour leur gestion administrative et pédagogique.

Recherche et développement :

L'Institut Agro Montpellier contribue aux évolutions de la recherche agronomique grâce à l'implication de ses enseignants-chercheurs dans 22 unités mixtes de recherche et 4 unités mixtes technologiques. Les équipes scientifiques de l'Institut Agro Montpellier travaillent en étroite collaboration avec les grands organismes de recherche basés à Montpellier (INRAE, Cirad, IRD...) et les établissements d'enseignement supérieur régionaux (Université de Montpellier, Université Paul Valéry, Université via Domitia de Perpignan, CIHEAM-IAMM...). Il gère également deux domaines expérimentaux agricoles (viticulture, élevage ovin, oléiculture) dédiés à la R&D et aux échanges avec les professionnels.

Au sein de l'Institut Agro Montpellier, la thématique Vigne-Vin est emblématique depuis 150 ans. Ainsi, le Pôle Vigne Vin (PVV) représente la composante de l'Institut Agro Montpellier, chargée de coordonner et piloter l'offre de formation et de transfert en Vigne – Vin. Le projet d'acquisition de l'appareillage de type GC-MS/MS s'inscrit dans la dynamique du pôle.

1.2. Présentation de l'UMR Sciences Pour l'œnologie (UMR 1083)

L'Unité Mixte de Recherches Sciences Pour l'œnologie (UMR SPO 1083) regroupe 50 permanents de l'INRAE, de l'Institut Agro Montpellier et de l'Université de Montpellier, ainsi que 45-50 non permanents sur l'année. L'UMR SPO est l'un des grands pôles internationaux de recherche pour la filière œnologique. L'UMR se compose de 2 équipes de recherche et de structures collectives dont l'objectif principal est d'améliorer la connaissance sur les mécanismes impliqués au cours de l'élaboration du vin. Les équipes de recherche s'intéressent plus particulièrement aux problématiques suivantes :

1. Levures, Interaction, Génétique, Ecosystèmes et Métabolisme :

- Étude de l'écologie et l'évolution des levures ainsi que des bases génétiques des caractères impliquées dans la fermentation et l'adaptation des levures aux milieux de la boulangerie et de l'œnologie.

2. Génie des Procédés et Chimie appliqués à l'œnologie :

- Impact de la matière première et des procédés sur la composition et la qualité des vins
- Maîtrise du procédé de fermentation œnologique, pour contrôler la qualité et le profil aromatique des vins.

Au sein de cette équipe de recherche, l'axe scientifique « arômes » porte sur l'acquisition de connaissances sur les mécanismes de biogénèse des composés d'arômes en œnologie mais aussi de façon générale dans les boissons fermentées et en agroalimentaire et apporte des solutions innovantes aux professionnels. C'est dans le cadre de cette thématique scientifique que s'inscrit l'achat de cet appareillage.

Les structures collectives de l'UMR SPO permettent d'offrir des solutions techniques de pointe aux équipes de recherche :

- **Plateforme Polyphénols** : labellisée nationalement (RIO, IBISA, CNOC) et régionalement (GPTR, Grands Plateaux Techniques pour la Recherche de la région Languedoc-Roussillon), certifiée ISO9001
- **CIRM-Levures** : centre de ressources biologiques dédié aux levures, certifié ISO9001, et inscrit dans les réseaux de collections nationales (CIRM, AgrobRC RARE) et européennes (MIRRI)
- **Plateaux techniques** : Analyses des Composés Volatils avec des appareillages de type GC-MS, Analyse Sensorielle, Fermentation.

2. DEFINITION DES BESOINS

Pour garantir la continuité de ses activités de recherche autour de la thématique « arômes », l'UMR SPO souhaite acquérir un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse en tandem pour quantifier des composés à l'état de traces dans des matrices complexes telles que les boissons fermentées ou les aliments. Actuellement, les composés d'arômes étudiés en particulier sont :

- Les composés de défaut tels que les **dérivés en C8** contribuant à l'altération de type champignon frais (1-octen-3-one, 1-octen-3-ol notamment) et présent au ng/L dans les vins.
- Les déterminants de la qualité des vins tels **que terpénols et C13-norisoprenoïdes** présents de quelques centaines de ng/L à quelques centaines de ug/L.
- Les **composés soufrés volatils** contribuant au défaut de réduction des vins et dont les teneurs varient de quelques ug/L à plusieurs centaines. La principale difficulté pour ces composés est la gestion de l'extrême volatilité du sulfure d'hydrogène, du méthane thiol et de l'éthane thiol notamment.

A ce jour, la majorité des analyses sont conduites en **dilution isotopique** pour assurer la plus grande fiabilité des résultats et requiert donc l'usage systématique de la spectrométrie de masse en détection. En parallèle de la caractérisation chimique des différentes matrices œnologiques, l'UMR SPO s'est dotée depuis quelques années, d'un système robotisé de fermentation, permettant de réaliser jusqu'à 360 expérimentations en parallèle et ouvrant la voie à l'analyse haut-débit. Pour répondre à la demande analytique croissante et être en adéquation avec les différents outils de l'UMR, l'UMR SPO souhaite acquérir un appareillage de type GC-MS/MS ou

GC-HRMS avec des performances accrues en termes de **sensibilité, haut-débit et robustesse**.

Les caractéristiques techniques du couplage GC-MS/MS devront permettre la quantification et l'identification de petites molécules (MW < 400 Da) présentes à l'état de traces (ng/L) dans des matrices complexes, tout en présentant une importante robustesse technique permettant l'analyse de grandes séries d'échantillons.

Aujourd'hui, l'UMR SPO est reconnu scientifiquement pour son savoir-faire de quantification ciblé par dilution isotopique notamment et souhaite élargir son expertise sur les arômes en :

- Etudiant les transferts d'arômes au travers des emballages pour les boissons fermentées. En pratique, ces recherches nécessitent de **capter les arômes sur des supports solides** et donc, de disposer **de désorbeurs thermiques** pour automatiser les injections. Ces approches sont actuellement menées de façon ciblée en ne considérant que certaines familles d'arômes. Dans un avenir proche, une approche sans *a priori* pourrait tout à fait être envisager.

Ainsi, la présente consultation concerne la fourniture d'un système intégrant un passeur pour injection liquide/SPME et accompagné d'un désorbeur thermique pour tubes pré-remplis avec un ou plusieurs supports solides spécifiques et dédiés à la captation de composés organiques volatils + chromatographe en phase gazeuse + spectromètre de masse de type triple quadripôle pour de la quantification ciblée de composés présents à très faibles teneurs dans des matrices complexes.

La présente consultation devra répondre aux caractéristiques suivantes pour le spectromètre de masse :

- Être équipé d'une source d'ionisation par Impact Électronique, avec une énergie du faisceau d'électron à 70eV.
- Conjuguer des performances de pointe en termes de résolution, de sensibilité et de fréquence d'acquisition.
- Permettre une maintenance facilitée notamment en termes de nettoyage de la source.

La présente consultation devra répondre aux caractéristiques suivantes pour le chromatographe en phase gazeuse :

- Être équipé de 2 injecteurs de type Split-Splitless, compatibles éventuellement avec des débits de type FastGC,
- Permettre l'installation de 2 colonnes chromatographiques dans le four,
- Être compatible avec les gaz vecteurs de type hélium et hydrogène.

Toutes ces caractéristiques sont précisées ci-dessous.

L'ensemble du système proposé devra être intégralement chiffré dans l'offre du candidat, à l'annexe n°1 de l'Acte d'Engagement, Bordereau des Prix, onglet n°1. Aucun élément supplémentaire ne pourra être revendiqué lors de l'installation ; tout oubli ou surcoût sera réputé inclus et restera à la charge exclusive du titulaire.

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIEL A ACQUERIR

3.1. Passeur

Le passeur d'échantillon devra permettre de réaliser des injections liquides, headspace (par seringue) et SPME automatiquement. Le passeur sera donc équipé de modules de refroidissement pour les vials contenant les échantillons liquides et de modules de conditionnement pour les fibres SPME notamment. Le passeur sera équipé de portoirs multi-positions tels que :

- > 50 positions pour les flacons SPME avec possibilité de réfrigération du tray,
- > 80 positions pour les vials de 1,5 mL pour injection liquide avec possibilité de réfrigération du tray.

Une prestation supplémentaire éventuelle obligatoire (PSEO) n°1 est demandée. Cette dernière devra respecter les descriptions suivantes :

- Un passeur qui devra comporter un module de désorption **thermique** et spécifique pour des tubes pré-remplis avec un ou plusieurs supports solides spécifiques et dédiés à la captation de composés organiques volatils. L'injection des tubes pourra se faire *via* un des deux ports d'injection ou *via* une autre voie. Le système de désorption sera accompagné (i) d'un système d'injection pour un étalon interne exogène et (ii) d'un système de conditionnement des tubes.

Une prestation supplémentaire éventuelle obligatoire (PSEO) n°2 est demandée. Cette dernière devra respecter les descriptions suivantes :

- Le désorbeur thermique sera accompagné d'un passeur automatique de tubes d'au moins 30 positions.

Le candidat devra obligatoirement chiffrer les Prestations Supplémentaires Éventuelles Obligatoires (PSEO) dans son offre, à l'annexe n°1 de l'Acte d'Engagement, Bordereau des Prix Unitaires (BPU), onglet n°2.

Ces prestations, bien que soumises à commande selon les besoins de l'acheteur, sont à considérer comme faisant partie intégrante de l'offre technique et financière.

À défaut de chiffrage des PSEO exigées, l'offre du candidat pourra être déclarée irrégulière conformément à l'article R.2151-2 du Code de la commande publique.

3.2. Chromatographe en phase gaz (GC)

La proposition comprendra la fourniture et le couplage, par le Titulaire, d'un système chromatographique en phase gaz permettant des séparations 1D ou 2D.

Le chromatographe en phase gazeuse devra inclure :

- 2 ports d'injections de type split-splitless programmable en température.
- Un four permettant d'installer 2 colonnes chromatographiques en même temps.
- Un système de refroidissement du four adapté ou adaptable aux différentes spécifications des colonnes.

- Un débit de gaz permettant de travailler en FastGC ou alors upgradable, notamment pour les contrôleurs de débits.

Les opérations de maintenance de routine devront être facilitées par l'utilisation de connectiques ou de raccords pré-sertis.

3.3. Spectromètre de masse

Le spectromètre de masse devra inclure :

- La fourniture d'une source d'ionisation de type « Impact Electronique » permettant éventuellement une modification de l'énergie du faisceau d'électron entre 10 et 70 eV.

Le spectromètre de masse devra permettre :

- De faire de la détection en mode SRM (selected reaction monitoring) ou SIM (Selected Ion Monitoring) et du FullScan sur une gamme de masse allant jusqu'à 800 uma minimum.
- Une double acquisition MRM/Scan dans le même run pour permettre de quantifier et de déconvoluer les signaux FullScan.
- Une maintenance et un nettoyage rapide de la source.

Pour cet équipement, le candidat pourra proposer **une prestation supplémentaire éventuelle facultative (PSEF) n°1** qui devra respecter les descriptions suivantes :

- La maintenance et nettoyage de la source sans rupture du vide.

Le candidat pourra proposer, en option, cette PSEF n°1 portant sur la maintenance et le nettoyage de la source du spectromètre de masse sans rupture du vide.

Si elle est proposée, elle devra être chiffrée dans l'offre, à l'annexe n°1 de l'Acte d'Engagement, Bordereau des Prix Unitaires (BPU), onglet n°3.

L'analyseur de masse devra répondre particulièrement aux spécifications suivantes :

- permettre la MS/MS (mode SRM essentiellement utilisé),
- couvrir une plage de masse allant au minimum jusqu'à 800 uma,
- avoir une grande sensibilité (teneurs de l'ordre du ng/L dans nos échantillons), une vitesse de balayage élevée (plusieurs spectres par seconde) et une gamme dynamique importante.

3.4. Garantie

Le système complet incluant « passeur + chromatographe en phase gazeuse + spectromètre de masse » bénéficieront d'une **garantie minimum de 2 ans** couvrant les pièces, la main d'œuvre et les déplacements. Pendant cette période, le Titulaire devra intervenir sur site dans un délai maximal de 3 jours ouvrés.

L'ensemble des logiciels fournis sous licence bénéficiera des mises à jour disponibles **pendant minimum 2 ans**. Ces mises à jour seront installées, configurées et rendues fonctionnelles par le Titulaire, et les évolutions majeures introduites donneront lieu à une formation spécifique des utilisateurs.

3.5. Environnement électrique et informatique

3.5.1 Environnement électrique du spectromètre

La proposition inclura :

- La fourniture d'un onduleur adapté à la puissance consommée par le spectromètre de masse et lui garantissant une autonomie d'au moins 2h

Pour cet équipement, le candidat pourra proposer **une prestation supplémentaire éventuelle facultative (PSEF) n°2** qui devra respecter les descriptions suivantes :

- Un caisson antibruit pour la pompe à vide

Le candidat pourra proposer une Prestation Supplémentaire Éventuelle facultative (PSEF) n°3 relative à la fourniture d'un caisson antibruit pour la pompe à vide. Cette prestation devra être chiffrée dans l'offre, à l'annexe n°1 de l'Acte d'Engagement, Bordereau des Prix Unitaires (BPU), onglet n°3.

À défaut de chiffrage des PSEF exigées, l'offre du candidat pourra être déclarée irrégulière conformément à l'article R.2151-2 du Code de la commande publique.

3.5.2 Traitement des données brutes et gestion des données

3.5.2.1- Fourniture des équipements et outils logiciels pour le traitement des données

Le candidat devra proposer dans son offre :

- La fourniture d'un poste informatique puissant et disposant des licences logiciel nécessaires pour le pilotage et le retraitement des données brutes,
- Et celle d'un autre poste informatique équipé de logiciels (ou suite logicielle) pour l'exploitation des données. En particulier, les outils installés devront permettre le traitement des données MS (et MS/MS) dans les approches de quantification (avec ou sans dilution isotopique).

Les logiciels seront installés, configurés et rendus fonctionnels par le Titulaire.

3.5.2.2-Spécifications techniques, sécuritaires et environnementales des postes et logiciels

On désigne par :

Postes informatiques : Les ordinateurs et leur périphériques (souris, clavier, écran, interfaces ...)

Les systèmes d'exploitation : Les logiciels permettant la gestion et le contrôle des ressources des poste informatiques.

Les logiciels scientifiques : Les logiciels permettant la gestion et le contrôle du matériel scientifique, la visualisation et l'exploitation des données de ce matériel.

Les postes informatiques sont équipés d'un système d'exploitation maintenus et permettant de disposer de mises à jour de sécurité.

Les systèmes d'exploitation permettent la gestion et le niveau d'habilitation des comptes des utilisateurs.

- a. Les systèmes d'exploitation incluent un système d'identification et d'authentification.
- b. Les systèmes d'exploitation incluent un système de gestion des privilèges et permissions.

Les systèmes d'exploitation disposent ou permettent l'installation de logiciels de sécurités de type antivirus, permettant de garantir leur sécurité.

Les logiciels scientifiques sont maintenus et disposent de mises à jour de sécurité.

Les logiciels scientifiques sont compatibles avec une gestion des comptes au « juste besoin ». Ils n'obligent pas à disposer de droits d'administrations pour être utilisés.

Les logiciels scientifiques sont compatibles avec une utilisation simultanée (mode résident) de logiciels de sécurité de type anti-virus.

- a. Le candidat indique au minimum un logiciel anti-virus compatible avec les logiciels scientifiques qu'il fournit.
- b. Le logiciel de sécurité indiqué ne doit pas être d'origine Russe.

3.6. Prestations de maintenance

Le candidat proposera, dans le BPU, une extension de garantie pour prendre le relais au terme de la garantie initiale proposée dans l'offre.

Cette dernière comprendra :

- Pièces, main d'œuvre et déplacements illimités inclus avec délai d'intervention sous trois jours ouvrés, incluant une visite annuelle de maintenance préventive et qualification opérationnelle.
- L'ensemble des logiciels fournis sous licence bénéficiera des mises à jour disponibles pendant deux années minimales. Ces mises à jour seront installées, configurées et rendues fonctionnelles par le Titulaire, et les évolutions majeures introduites donneront lieu à une formation spécifique des utilisateurs.

Cette extension de garantie sera enclenchée par bons de commande. Le pouvoir adjudicateur pourra activer ces prestations au fur et à mesure de la survenance du besoin.

A ce titre le candidat indiquera dans son offre, annexe n°1 AE, Bordereau de prix, onglet n°1- le cout global annuel de la prestation de maintenance.

4. CALENDRIER DE LIVRAISON

Le délai de livraison et de mise en service est de huit (8) semaines maximum à compter de la

réception du bon de commande.

5. FORMATION

Lors de l'installation, le Titulaire assurera la formation initiale sur site de 6 personnes de l'Institut Agro Montpellier et de ses partenaires académiques (INRAE-UM) au sein de l'UMR SPO.

Une formation complémentaire pour 6 personnes sera assurée, sur site, après prise en main de l'appareil dans les 6 mois suivant l'installation.

La formation initiale concernera :

- La description technique du matériel,
- L'acquisition des données,
- La maintenance de base utilisateur,
- Le retraitement des données et la mise en œuvre des logiciels fournis.

La formation complémentaire sera orientée vers :

- Les applications définies par les utilisateurs,
- Et l'utilisation approfondie des logiciels.

A ce titre le candidat indiquera dans son offre, annexe n°1 AE, Bordereau de prix, onglet n°1- le coût forfaitaire de la prestation de formation (initiale et complémentaire). Ces formations seront mises en œuvre à la demande de l'acheteur, sur émission de bons de commande, en fonction de l'apparition des besoins.

Il détaillera également le contenu et modalités de ces formations en cohérence avec les exigences du présent article (durée de la formation, précision sur le ou les intervenant(s), nombre de participants par session, modalités pédagogiques, supports remis, lieu de réalisation, planning prévisionnel, etc.).